

4. Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements // ISO/IEC 27001:2013.

5. Information technology – Security techniques – Code of practice for information security management // ISO/IEC 27002:2013.

6. В. Ситніченко «Формування інформаційної безпеки на основі стандарту ISO/IEC 27001:2005»// В. Ситніченко, Г. Кісельова, Є. Стоякін. «Стандартизація Сертифікація Якість», 2010 р. -№2. С.50

7. Цвілій О. О. Безпека інформаційних технологій: сучасний стан стандартів ISO27k системи управління інформаційною безпекою. Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №2. С. 73

**УДК 004.045:621.396.967.2**

Заволодзько Г.Е.

НТУ "ХПІ"

ann.zavolodko@gmail.com

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ**

***Анотація.** На основі розгляду процедур, які виконуються на етапах обробки інформації систем спостереження повітряного простору, показано, що оптимізувати виявлення та вимір координат повітряних об'єктів можливо тільки при розподіленій обробці інформації в мережі систем спостереження, а величина аналогового порогу виявлення сигналів використовується в якості параметру при сумісній оптимізації обробки інформації спостереження.*

Сучасні системи контролю повітряного простору (ПП) вирішують, як відомо, такі основні завдання:

- ведення безперервної розвідки ПП;
- оцінка повітряної обстановки і виявлення порушень порядку використання ПП;
- видача радіолокаційної інформації споживачам.

Ці завдання визначають ряд основоположних принципів, на підставі яких реалізуються подібні системи. Система в значній мірі забезпечує безпеку держави та безпеку повітряного руху, що, вже само по собі, визначає рівень вимог до захищеності інформаційних процесів її функціонування. Основні елементи процедури контролю ПП - аналіз повітряної обстановки й прийняття рішень [1,2]. Рішення приймає особа на основі аналізу відповідним чином підготовленої інформації про стан повітряної обстановки. Правильне рішення може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна й безперервна інформація про повітряну обстановку в зоні управління. Отже, якість прийняття рішень визначається якістю й складом інформації, на основі якої особа приймає рішення. Існуючі автоматизовані системи обробки інформації [1,2] побудовані на принципі етапності обробки інформації, що затрудняє реалізацію сумісної оптимізації як виявлення сигналів, повітряних об'єктів (ПО), трас ПО, так і виміру стану ПО. Це виникає тому, що матриці точності виміру не передаються між пристроями етапів обробки інформації.

У цей час в автоматизованих системах системи контролю ПП основним джерелом динамічної інформації про повітряну обстановку є системи спостереження (СС) (первинні та вторинні), обробка інформації яких і є основою для прийняття рішень [3,4]. Процес збирання та обробки інформації з роками все в більшій мірі автоматизуються. Використовується велика кількість різноманітних технічних та програмно-технічних засобів. Впроваджуються автоматизовані системи підтримки прийняття рішень.

Залежно від ступеня централізації системи обробки даних мережі СС можуть бути розділені на два класи:

- з розподіленою обробкою даних;
- з централізованою обробкою даних.

У мережах з розподіленою обробкою на кожній СС є ЕОМ, що виконує функції супроводу за даними цієї СС. Такий принцип, як показано в [5,6] є більш доцільним. Отримані траєкторії передаються в центр обробки даних, в якому формується єдина траєкторія руху кожного ПО. Для централізованої архітектури характерне використання єдиного процесора даних, в який з кожної СС надходять позначки, а не траєкторії. Після обробки цих вимірів також формується єдина траєкторія для кожного ПО.

Слід зауважити, що реалізація розподіленої архітектури пов'язана з меншими технічними задачами. Це обумовлено тим, що в розподіленій системі лише об'єднуються процесори даних окремих СС, а при створенні централізованої архітектури доводиться заново конструювати всю систему.

Крім того, при централізованій архітектурі більш високі вимоги пред'являються до ліній передачі даних, тому що по них передається інформація як про справжні, так і про хибні ПО (при розподіленій архітектурі передаються тільки справжні траєкторії). Однак у централізованих системах швидкість отримання відміток вище і, отже, вище точність супроводу ПО.

В інформаційних СС має місце жорстка послідовність обробки інформації за етапами [1-3]. Кожен етап має свій масштаб реального часу обробки, що дозволяє здійснювати їх автономну реалізацію. Основними, автономними за реалізацією, етапами обробки інформації є:

- обробка сигналів;
- первинна обробка інформації (ПОІ);
- вторинна обробка інформації (ВОІ).

Основним завданням обробки сигналів є:

- виявлення корисних (відбитих або випромінених ПО) сигналів. Задача виявлення корисних сигналів вирішується в пристроях після детекторної обробки сигналів і складається у винесенні однозначного рішення: або сигнал є ( $x_i = 1$ ), або сигналу немає ( $x_i = 0$ ). Оптимальність рішення задачі виявлення сигналів розуміється, як правило, за критерієм Неймана-Пірсона, що зводиться до максимізації ймовірності правильного виявлення сигналів при обмеженнях на ймовірність хибного виявлення;

- вимір параметрів виявлених (прийнятих) сигналів. Операції оцінки параметрів сигналів у загальному випадку оптимізуються за критерієм мінімуму середнього ризику.

Сигнальний процесор визначає наявність або відсутність в прийнятому сигналі складової, обумовленої відображеннями від ПО. Крім того, він компенсує сигнали, що заважають, обумовлені відображеннями від підстильної поверхні, метеоутворень, а також випромінюванням радіозасобів, джерел шумів і постановників завад. У процесорі здійснюється когерентна або (і) некогерентна обробка прийнятих сигналів, дискретизованої за часом.

Сигнальний процесор реалізується в поточному часу з використанням спеціалізованих апаратних засобів.

За результатами обробки сигналів приймається однозначне рішення про наявність сигналу з показниками  $(D_0, F_0)$  та оцінюється параметри сигналу з відповідною матрицею точності.

Основним завданням первинної обробки інформації є визначення (оцінка) миттєвого положення (координат) ПО у просторі за результатами одного огляду СС. У процесі цієї операції здійснюється виявлення ПО за пачкою відбитих (випромінених) сигналів, статистична оцінка часу затримки відбитих (випромінених) сигналів щодо моментів посилки зондувальних сигналів (статистична оцінка дальності до ПО відносно точки розташування СС), а також статистична оцінка кутових координат ПО за кутовим положенням антени СС у момент проходження максимуму діаграми спрямованості через ПО. Точність оцінки координат у загальному випадку характеризується матрицею точності оцінки.

Закінчується ПОІ формуванням формуюляру ПО, котрий включає:

$$\overset{\mathbf{r}}{W}_p, \overset{\mathbf{u}}{C}_p^{-1}, PI, "свій - чужий", T_i,$$

де  $\overset{\mathbf{r}}{W}_p$  - поточний вектор стану ПО,  $\overset{\mathbf{p}}{C}_p$  - матриця точності,  $PI$  - польотна інформація, "свій-чужий" – результати ідентифікації ПО,  $T_i$  - час отримання данного виміру.

При цьому слід зазначити, що поточний вектор стану ПО  $\overset{\mathbf{r}}{W}_p$  з відповідною матрицею точності  $\overset{\mathbf{p}}{C}_p$  складений на основі виміру координат ПО первинною СС.

Інтегральним показником якості ІЗ може бути ймовірність інформаційного забезпечення (ІЗ), котра визначається ймовірністю ІЗ кожного з етапів обробки.

Для ПОІ частковими показниками якості ІЗ можуть бути ймовірності правильного виявлення ПО кожним каналом сумісної СС  $P_i = D_{li}$ , які є функціями

$$D_{li} = f(D_{0i}, F_{0i}, C_i, P_0) = f(q_{0i}, z_{0i}, C_i, P_0),$$

де  $z_0(C)$  – аналоговий (цифровий) поріг виявлення сигналу (ПО),  $P_0$  - коефіцієнт готовності відповідача літака, що є характерним для вторинної та ідентифікаційної СС.

Основним завданням вторинної обробки даних:

- виявлення траєкторії ПО за сукупністю оцінок, отриманих у ряді послідовних оглядів СС. У процесі цієї операції оцінюється приналежність декількох оцінок з різних періодів огляду СС одному ПО, приймається рішення про наявність або відсутність ПО, а також обчислюються початкові значення параметрів траєкторії виявленого ПО;
- спостереження за траєкторією ПО (супровід траєкторії). У процесі спостереження за траєкторією в кожному огляді відбираються нові оцінки для продовження траєкторії, уточнюються параметри траєкторій з урахуванням координат нових оцінок, а також згладжування й прогнозування (екстраполяція) координат.

Ефективність алгоритмів виявлення траєкторії ПО характеризується ймовірністю виявлення істинної траєкторії  $D_{tr}$ , котра у загальному сенсі є складовою ймовірності виявлення ПО первинною СС, що є у свою чергу є складовою ймовірності виявлення сигналів. Все це дозволяє визначити показник якості ІЗ на етапі ВОІ у вигляді

$$P_{inf} = D_{tr} D_{12} D_{13} P_{okp} P_{poe1} P_{poe2}.$$

Таким чином використання запропонованого ПІЯ дозволяє сумістити критерії ефективності обробки як сигналів, так і даних СС на основі порогу виявлення сигналів, тобто величина порогу може бути використана у якості параметру при сумісній оптимізації характеристик обробки сигналів, первинної та вторинної обробки.

При проходженні інформації через зазначені етапи відбувається поступове розрізнення корисних і заважаючих сигналів в результаті поетапного процесу прийняття рішень. При обробці інформація послідовно приводиться до вигляду, що полегшує користувачеві прийняття рішень. Так, необроблений відеосигнал містить багато хибних складових, обумовлених відбитками. Пристрій виділення даних локалізує ПО, а процесор даних розпізнає ПО, визначає швидкість ПО та інші параметри.

При централізованій обробці ці етапи проводяться в різних пунктах обробки та реалізується, як правило, сигнальним процесором, пристроєм виділення даних та процесором даних. Ця обставина значно ускладнює процес сумісної оптимізації обробки інформації СС, котрий, як відомо, складається з:

- оптимізації виявлення сигналів, ПО та траси ПО;
- оптимізації вимірювання стану ПО.

Задача виявлення сигналів, ПО та траси ПО складається у винесенні однозначного рішення: або сигнал, ПО чи траса ПО є --( $x_i = 1$ ), ( $x_j = 1$ ) та ( $x_l = 1$ ) відповідно; або сигналу, ПО та траси ПО немає --( $x_i = 0$ ), ( $x_j = 0$ ) та ( $x_l = 0$ ) відповідно. Оптимальність рішення задачі виявлення розуміється, як правило, за критерієм Неймана-Пірсона, що зводиться до максимізації ймовірності правильного виявлення сигналів, ПО та траси ПО при обмеженнях на ймовірність хибного виявлення.

Слід зазначити, що аналоговим порогом, управління, за яким може здійснюватися оптимізація виявлення на всіх етапах обробки даних, є поріг виявлення сигналів. Ця обставина однозначно визначає, що тільки в системах з розподільчою обробкою інформації може здійснюватися сумісна оптимізація виявлення на всіх етапах обробки.

При оптимізації виміру координат та трас ПО повинні бути відомі матриці точності попередніх вимірювань. На жаль, відомі системи обробки інформації не передають ці матриці у складі формуляру ПО [1,2]. Це не дозволяє здійснити сумісну оптимізацію виміру стану ПО.

Наведене вище дозволяє сформулювати структуру обробки даних спостереження ПП у вигляді наведеної на рис.1. Слід зазначити що:

- $z_0, k_1, k_2$  - аналоговий та цифрові пороги виявлення сигналів, ПО та траси ПО відповідно;
- $N, m$  - довжина пачки сигналів за якими приймається рішення про виявлення ПО та траси ПО;
- $\mathbf{w}, \mathbf{C}$  - вектор стану та матриця точності оцінки траси ПО.

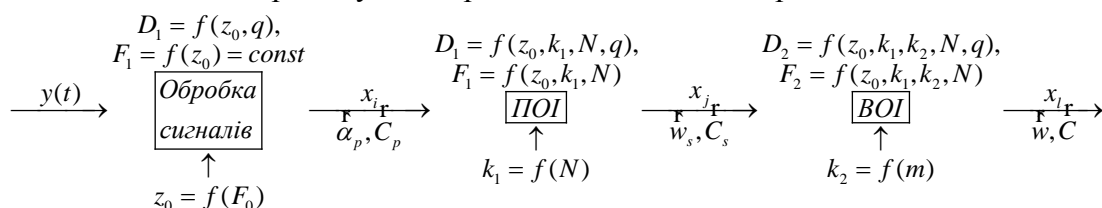


Рис.1. Загальна структура обробки інформації систем спостереження

Структура обробки даних СС наочно показує, що забезпечити сумісну оптимізацію обробки можливо тільки при розподіленій обробці інформації. Дійсно, наведені на рис.1 залежності показників якості виявлення сигналів, ПО та трас ПО показують, що управляються вони тільки регулюванням аналогового порогу виявлення сигналів.

Сумісна оптимізація етапів обробки інформації мережі СС можлива тільки при розподіленій обробці інформації. Величина аналогового порогу виявлення сигналів використовується в якості параметру при сумісній оптимізації обробки даних спостереження. Для оптимізації виміру стану ПО повинні передаватися, у складі формуляру ПО, матриці точності виміру параметрів сигналу та координат ПО попередніх етапів обробки інформації.

## Література

1. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации / под ред. С.Г. Пятко и А.И. Краснова. - СПб.: Политехника, 2004. - 446 с.
2. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А.Фарина, Ф.Студер. - М.: Радио и связь, 1993. - 319 с.
3. Обод І.І. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору / І.І.Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич. - Х.: ХНУРЕ, 2015. -270 с.
4. Lok J.J. C<sup>2</sup> for the air warrior // Jane's International Defense Review. - October 1999. - V.2. - P. 53-59.
5. Mallick M. Multiple Hypotheses Tracking Based Distributed Fusion Using Decorrelated Pseudo Measurement Sequence / M. Mallick, L. Pao, K. Chang. - 2004 American Control Conference., Massachusetts, Massachusetts, Boston, USA (2004).
6. Khawsuk W. Decorrelated State Estimation for Distributed Tracking of Interacting Targets in Cluttered Environments / W. Khawsuk, L. Y. Pao. - Proc. American Control Conference, Anchorage AK, May 8-11, 2002.